

ELECTRIC POWER ENGINEERING, ELECTRIC ENGINEERING AND ELECTROMECHANICS

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-388-0-8>

A SYSTEMATIC APPROACH TO THE DESIGN OF ELECTRICAL EQUIPMENT OF SMALL UNMANNED SURFACE VESSELS

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ БЕЗЕКІПАЖНИХ НАДВОДНИХ СУДЕН

Nadtochii V. A.

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor at the Electrical
Equipment and Automation
Department,
Kherson Educational and Scientific
Institute of Admiral Makarov National
Shipbuilding University
Kherson, Ukraine*

Надточій В. А.

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри
електроустаткування та
автоматики,
Херсонський навчально-науковий
інститут Національного
університету кораблебудування імені
адмірала Макарова
м. Херсон, Україна*

Вступ. Малорозмірні безекіпажні надводні судна (МБНС, в англomовній літературі – Small Unmanned Surface Vessels, SUSV) являють собою судна довжиною не більше 22-25 метрів і є ефективним технічним засобом для виконання широкого спектру робіт на прибережних морських акваторіях, на озерах і річках. За їх допомогою на цей час виконуються операції зі збору та передачі просторової інформації про морське середовище, координація та злагоджена робота підводних і надводних дронів тощо [1; 2]. Значну перспективу мають такі засоби морської робототехніки при виконанні завдань гуманітарного розмінування акваторій [3], спільного (групового) руху, коли необхідно виконувати оперативний пошук морських об'єктів і транспортування малорозмірних вантажів на основі ройового інтелекту [4].

З позицій теорії проектування МБНС являє собою морський надводний робот (дрон), який функціонує повністю автономно під керуванням бортової системи автоматичного керування і має радіо- чи супутниковий зв'язок з береговим центром керування (БЦК).

Однією з головних наукових задач створення МБНС є задача розробки високоефективного та надійного електрообладнання (ЕО, в англомовній літературі – Electrical Equipment, EE), оскільки від нього напряму залежить якість і повнота виконання морської місії. Тому для формулювання задач створення МБНС пропонується використовувати системний підхід, який передбачає врахування взаємного впливу усіх значущих складових новостворюваного інноваційного технічного об'єкта [5].

Метою роботи є розробка теоретичного підґрунтя для проектування електрообладнання малорозмірних безекіпажних надводних суден на основі застосування принципів системного підходу.

В якості теоретичної основи, на якій ґрунтується системний підхід, у роботі використано концепцію розв'язку будь-якої складної задачі у вигляді трьох основних складових: «Енергія (Е)» – «Інформація (І)» – «Матерія (М)» [6]. Виходячи з цього, при проектуванні електрообладнання МБНС для кожної з вказаних складової необхідно враховувати:

- енергетичні характеристики ЕО EE_E (потужність, вид генерованої чи споживаної електроенергії тощо);
- інформаційні характеристики ЕО EE_I (можливості систем керування та сенсорної системи, протоколи інформаційного обміну тощо);
- конструктивні (матеріальні) характеристики ЕО EE_M (маси та габарити ЕО, типи захисту ЕО від пилу і води EO_{IP} та автивандального захисту EO_{IK} тощо).

Згідно [7] до вказаних трьох складових системного підходу додамо четверту складову «Функціональність (F)», яка містить вимоги до ефективності виконання малорозмірним судном морської місії відповідно до його призначення. Функціональні характеристики EE_F мають відображати основні експлуатаційні властивості ЕО МБНС, які доцільно сформулювати як систему вимог, які мають забезпечувати основні експлуатаційні характеристики ЕО МБНС як засобу морської робототехніки згідно до вимог технічного завдання.

До таких вимог віднесемо:

- вимогу надійного функціонування ЕО МБНС EE_{F-CR} , яка включає можливість поточного та періодичного контролю за працездатністю ЕО, можливість самодіагностування ЕО та можливість автоматичної адаптації ЕО у ході виконання морської місії з урахуванням можливих відмов з метою безумовного виконання заданої місії;

- вимогу зниження складності технічного обслуговування електрообладнання EE_{F-CM} , що проектується, яка включає необхідність спрощення поточного міжрейсового та періодичного обслуговування ЕО МБНС, яке має бути зведене до рівня ТЕЗ (типових елементів заміни,

конструктивно закінчених елементів ЕО, які оперативно замінюються обслуговуючим персоналом без підгонки та додаткового налаштування);

– вимогу мінімізації впливу ЕО МБНС на роботу систем навігації та зв'язку МБНС EE_{F-INC} , яка передбачає реалізацію заходів з електромагнітної сумісності при роботі вказаного обладнання.

Вимога EE_{F-CR} надійного функціонування ЕО МБНС включає поточний та періодичний контроль за працездатністю ЕО, можливість самодіагностування ЕО та можливість автоматичної адаптації ЕО у ході виконання морської місії з урахуванням можливих відмов з метою безумовного виконання заданої місії. Виходячи з ключової важливості показника EE_{F-CR} на забезпечення успішного застосування МБНС за призначенням тут розглянемо його більш детально.

Пропонується наступна структура технічного забезпечення цього показника:

– контроль та самодіагностування механічних характеристик ЕО EE_{F-CR-m} ;

– контроль та самодіагностування електричних характеристик ЕО EE_{F-CR-e} ;

– контроль та само діагностування польових характеристик ЕО EE_{F-CR-f} .

Тоді для технічної реалізації показника ефективності функціонування ЕО МБНС «Контроль та самодіагностування» EE_{F-CR} необхідно ввести до структури системи автоматичного керування (САК) МБНС наступні основні групи сенсорів:

– для контролю та самодіагностування механічних характеристик EE_{F-CR-m} : сенсори механічної вібрації ЕО МБНС S_{mv} ; сенсори моментів на валах електродвигунів S_{mm} ; сенсори температури елементів ЕО S_{mt} ; сенсори затікання води до герметичних конструкцій ЕО S_{mw} ;

– для контролю та самодіагностування електричних характеристик ЕО EE_{F-CR-e} : сенсори контролю якості електроенергії на борту МБНС S_{eq} ; сенсори контролю за енергоспоживанням відповідальних виконавчих механізмів МБНС S_{ec} ; сенсори контролю ізоляції ЕО МБНС S_{ei} ;

– для контролю та самодіагностування польових характеристик EE_{F-CR-f} : сенсори акустичних полів ЕО МБНС S_{fa} ; сенсори електричних полів ЕО МБНС S_{fe} ; сенсори магнітних полів ЕО МБНС S_{fm} ; сенсори електричних полів ЕО МБНС S_{fe} ; сенсори теплових полів ЕО МБНС S_{ff} .

Узагальнена множина проектних характеристик ЕО МБНС EE_{SUSV} , сформована на принципах системного підходу, з урахуванням вище викладеного, буде мати вид:

$$EE_{SUSV} = \{EE_E; EE_I; EE_M; EE_F\}. \quad (1)$$

Практичний досвід автора свідчить, що для ефективного контролю ефективності конструкторських рішень з розробки ЕО МБНС доцільно використовувати спеціальні рівняння для контролю правильності проектних рішень – «рівняння існування» ЕО МБНС, складені за основними показниками його функціонування згідно системному підходу [7]. До таких рівнянь віднесемо: «рівняння існування» ЕО МБНС за критерієм «Електроенергія» – рівняння енергетичного балансу ЕО МБНС; «рівняння існування» ЕО МБНС за критерієм «Інформація» – рівняння балансу інформаційних потоків, що циркулюють в МБНС; «рівняння існування» ЕО МБНС за критерієм «Матерія» – рівняння масогабаритів ЕО МБНС; «рівняння існування» ЕО МБНС за критерієм «Функціональність» – ефективність експлуатації ЕО МБНС.

Висновки. Отримана на основі принципів системного підходу множина (1) проектних характеристик ЕО МБНС у поєднанні з «рівняннями існування» утворюють теоретичне підґрунтя для проектування електрообладнання МБНС.

Література:

1. A. Leonessa; J. Mandello; Y. Morel; M. Vidal. Design of a small, multi-purpose, autonomous surface vessel. Published in: Oceans 2003. Publisher: IEEE. Conference Location: San Diego, CA, USA. DOI: 10.1109/OCEANS.2003.178639. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1282515>

2. Blintsov V. S., Sabutsky I. P. Information support of the management process of small unmanned surface vessel. International scientific conference «Information technologies and management in higher education and sciences»: conference proceedings (November 28, 2022. Fergana, the Republic of Uzbekistan). Part 1. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2022. Pages 106-110.

3. Блінцов, В. С. Створення та застосування засобів морської робототехніки для знешкодження підводних потенційно небезпечних об'єктів [Текст]: Наукова монографія / В. С. Блінцов, О. В. Блінцов, Г. В. Бабкін, М. Г. Грицаєнко. За заг. ред. проф. В. С. Блінцова. Миколаїв: Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2016. 366 с.

4. Gongxing Wu, Taotao Xu, Yushan Sun, Jiawei Zhang. Review of multiple unmanned surface vessels collaborative search and hunting based on swarm intelligence. International Journal of Advanced Robotic Systems. Volume 19, Issue 2. Article first published online: April 27, 2022. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/17298806221091885>.

5. G. Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen. Engineering Design: A Systematic Approach – Springer; 2007. 617 pages.

6. Gordana Dodig Crnkovic. Information and Energy/Matter. Information 2012, 3, 751-755; doi:10.3390/info3040751

7. Проектування засобів морської робототехніки на основі системного підходу : монографія : у 3 ч. / за ред. д-ра техн. наук, проф. В. С. Блінцова. Миколаїв : Іліон, 2023. Ч. 1 : Самохідні прив'язні підводні системи / В. С. Блінцов, О. П. Клочков, В. А. Надточій, А. В. Надточій. 2023. 164 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-388-0-9>

**STUDY OF THE KEY INTERRELATIONSHIPS AND DYNAMICS
OF THE IMPACT OF GLOBAL TRENDS ON THE SPEED
AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF RENEWABLE
ENERGY SOURCES IN THE WORLD
AND IN UKRAINE IN PARTICULAR**

**ДОСЛІДЖЕННЯ КЛЮЧОВИХ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ
ТА ДИНАМІКИ ВПЛИВУ ГЛОБАЛЬНИХ ТЕНДЕНЦІЙ
НА ШВИДКІСТЬ ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ
ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ
В СВІТІ ТА В УКРАЇНІ ЗОКРЕМА**

Trachuk A. R.

*Postgraduate Student at the Department
of Automation of Electrotechnical
and Mechatronic Complexes,
National Technical University
of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv
Polytechnic Institute"
Kyiv, Ukraine*

Трачук А. Р.

*аспірант кафедри автоматизації
електротехнічних та мехатронних
комплексів,
Національний технічний
університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»
м. Київ, Україна*

The problem is the need to ensure sustainable energy development and reduce dependence on traditional sources.

The study identifies promising opportunities and strategic challenges that arise in connection with global changes in the field of renewable energy sources, in particular, taking into account the Ukrainian context.

The main goal is to identify and analyze the relationships between global trends and the development of renewable energy sources, as well as to formulate recommendations for effective implementation in Ukraine.